



DFW

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application No. : 10/777,215 Confirmation No. : 2493
First Named Inventor : Johannes DENTELER
Filed : February 13, 2004
TC/A.U. : 3748
Examiner : Ching Chang

Docket No. : 080437.53195US
Customer No. : 23911

Title : Rotary Actuator Device to Control the Stroke of a Charge
Exchange Poppet Valve in the Cylinder Head of an
Internal Combustion Engine

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT UNDER 35 U.S.C. § 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

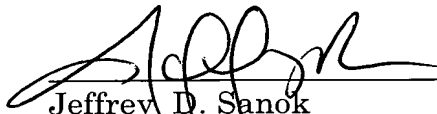
Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 101 40 461.1,
filed in Germany on August 17, 2001, was claimed herein pursuant to 35 U.S.C.
§ 119.

In support of said claim, filed herewith is a certified copy of the original
foreign application.

Respectfully submitted,

January 25, 2006


Jeffrey D. Sanok
Registration No. 32,169

CROWELL & MORING LLP
Intellectual Property Group
P.O. Box 14300
Washington, DC 20044-4300
Telephone No.: (202) 624-2500
Facsimile No.: (202) 628-8844
JDS/ajf

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 40 461.1

Anmeldetag: 17. August 2001

Anmelder/Inhaber: Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München/DE

Bezeichnung: Drehaktor-Vorrichtung zur Hubsteuerung eines
Gaswechselventils im Zylinderkopf einer
Brennkraftmaschine

IPC: F 01 L 9/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 05. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

5

10

Drehaktor-Vorrichtung zur Hubsteuerung eines Gaswechselventils im Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine

15 Die Erfindung bezieht sich nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 auf eine Drehaktor-Vorrichtung zur Hubsteuerung eines Gaswechselventils im Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine, bei der ein von einer Schließfeder beaufschlagtes Teller-
ventil unter Zwischenschaltung eines Übertragungselementes mittels eines Steuernockens hubbetätigt ist und der mit einer Welle drehfest verbundene Steuernocken
20 in Antriebsverbindung steht mit einem kennfeldgesteuerten Elektromotor, wobei der Elektromotor entsprechend angesteuert ist einem Zusammenspiel der Schließfeder mit einer der Schließfeder über den Steuernocken entgegengerichtet wirkenden, vorgespannten Öffnungsfeder.

25 Eine derartige Drehaktor-Vorrichtung ist aus der US 5,873,335 bekannt, wobei ein von einem Elektromotor angetriebener Steuernocken üblicher Bauart einerseits mit dem von einer Schließfeder belasteten Teller-ventil zusammenwirkt und andererseits mit einem orthogonal zum Teller-ventil angeordneten, federbelasteten Stößel in Verbindung steht. Die Stößelfeder ist relativ zur Schließfeder des Teller-ventils derart
30 abgestimmt, dass diese bei elektromotorisch drehbewegtem Steuernocken ihre mit der gewählten Federvorspannung gegebene Federenergie auf den drehenden Nocken abgibt zur Unterstützung einer durch den Elektromotor angestoßenen Öffnungsbewegung des Teller-ventils. Die Stößelfeder dient in dem vorbeschriebenen Fall als Öffnungsfeder. Beim nockengesteuerten Schließen des Teller-ventils dient

die Federenergie der Schließfeder zum Vorspannen der Öffnungsfeder, wobei System-Verluste durch den Elektromotor ausgeglichen werden. Weiter dient der Elektromotor zur drehzahlgesteuerten Ventilhub-Steuerung.

- 5 Das Pendeln von Federenergien zwischen einander entgegengesetzt wirkend angeordneten Federn zur Hubsteuerung eines Gaswechselventils unter Mitwirkung elektromagnetischer Kräfte ist von Hubaktuatoren zur Hubsteuerung eines Gaswechselventils einer Brennkraftmaschine bekannt, wie dies beispielsweise die deutsche Patentschrift DE 30 24 109 C2 zeigt und beschreibt. Gegenüber den als
- 10 Masse-Feder-Schwingsystem gestalteten Hubaktuatoren zur Hubsteuerung eines Gaswechselventils mit ihren besonderen Nachteilen bezüglich Bauhöhe und aufwendigen Funktionssteuerungen erscheint demgegenüber die bekannte Drehaktor-Vorrichtung zur Gaswechselventil-Steuerung vorteilhafter.
- 15 Nachteilig bei der bekannten Drehaktor-Vorrichtung gemäß der gattungsbildenden US 5,873,335 ist insbesondere die instabile Lage des Steuernockens bei geschlossenem Tellerventil durch den im Kuppenbereich unter der vorgespannten Öffnungsfeder einwirkenden Stößel, der bei geringer Abweichung von der Nocken-
- 20 spitze am Steuernocken ein Drehmoment in Drehrichtung oder entgegengesetzt dazu erzeugt, das durch ein jeweiliges Gegendrehmoment des angesteuerten Elektromotors kompensiert werden muss. Dies führt insbesondere bei stillstehender Brennkraftmaschine zu einer Dauerbelastung des Bordnetzes.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Drehaktor-Vorrichtung derart zu verbessern, dass der Steuernocken in den Endlagen des Gaswechselventils bzw. Tellerventils bei nicht betriebener Brennkraftmaschine ohne Bestromung des Elektromotors einwandfrei gesichert ist, wobei aber andererseits zum Verlassen der gesicherten Positionen dem Elektromotor lediglich eine relativ geringe elektrische Energie zuzuführen ist.

30 Diese Aufgabe ist mit dem Patentanspruch 1 dadurch gelöst, dass der Steuernocken in Schließstellung sowie in Offenstellung des Tellerventils mittels eines gesonderten ersten und zweiten Drehanschlages positioniert und über die vorgespannt auf einen an der Welle gesondert angeordneten Hebel einwirkende Öffnungsfeder in

der jeweiligen Ausgangslage drehgesichert gehalten ist, und dass jeweils mittels einer Bestromung des Elektromotors erzielten Überwindung der jeweiligen Ausgangslage die in der jeweiligen gespannten Feder gespeicherte Energie über ein jeweiliges Schwungmoment des Rotors des Elektromotors unterstützt zum Öffnen und Schließen des Tellerventils dient.

Mit der Erfindung ist in vorteilhafter Weise in der jeweiligen Endlage des Steuernockens ein Überspringen sicher vermieden, wobei durch die mechanischen Endanschläge auch eine gesonderte Bestromung des Elektromotors zur Erzielung bzw. Beibehaltung einer Endlage des Steuernockens vermieden ist. Bei Betrieb der Drehaktor-Vorrichtung wird im Elektromotor durch einen kleinen positiven Stromimpuls der Rotor zur Überwindung der ersten Ausgangslage in Drehung versetzt und im weiteren wird die Spannarbeit der Öffnungsfeder in kinetische Drehenergie des Rotors umgesetzt, wobei dieser in der Grundkreisphase des Steuernockens bis zum Erreichen der Nockenrampe zu Beginn der Nockenflanke beschleunigt wird. Mit Erreichen der Nockenrampe ist die Energie der Öffnungsfeder im wesentlichen umgesetzt, wobei der mit dem Rotor drehfest verbundene Steuernocken seine maximale Drehzahl erreicht hat. Das Gaswechselventil wird geöffnet, die dazu notwendige Energie wird der kinetischen Drehenergie des Rotors entnommen und die Rotordrehzahl beginnt zu sinken. Bei Erreichen des maximalen Öffnungshubes des Gaswechselventils ist die Rotordrehzahl nahezu Null und der mit dem Rotor drehfest verbundene Steuernocken erreicht den zweiten Drehanschlag. Die Öffnungsfeder kann hierbei noch ein geringes positives Moment ausüben zur Sicherung der zweiten Drehlage bzw. der zweiten Ausgangslage. Dies hat den Vorteil, dass die Ventil-Offen-Lage je nach motorischen Anforderungen gehalten werden kann. Zum Schließen des Gaswechselventils wird der Rotor zum Verlassen der zweiten Ausgangslage kurz negativ bestromt, wobei im Anschluss daran der Rotor über die Nockenflanke durch die sich entspannende Schließfeder des Gaswechselventils beschleunigt wird und zugleich das Spannen der Öffnungsfeder beginnt. Während des Schließvorganges des Gaswechselventils erreicht der Rotor eine negative Maximaldrehzahl und kinetische Energie, mit der die Öffnungsfeder über den mit der Welle des Rotors verbundenen Hebel gespannt wird, wobei der Steuernocken mit einem Übertragungselement des Ventiltriebes bereits über den Grundkreis zusammenwirkt. Die Rotor-Drehbewegung wird durch Anschlagen gegen den ersten Dreh-

anschlag beendet und die damit erreichte Ausgangslage durch die erfindungsgemäß auf den Hebel einwirkende Öffnungsfeder gesichert.

5 Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt darin, dass während eines vorbeschriebenen, ein Öffnen und Schließen eines Gaswechselventils umfassenden Zyklus durch Reibung im System und Gasarbeit am Gaswechselventil zusätzliche Energie jederzeit zugeführt werden kann.

10 In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung ist der Steuernocken elektromotorisch alternierend gesteuert und mit einer einzigen, zwischen einer Nockenkuppe und einem Grundkreis zum Öffnen und Schließen dienenden, mit einer Rampe versehenen Nockenflanke ausgebildet, zu der der Steuernocken in einem diametralen Bereich einen in Umfangsrichtung verlängerten Grundkreisabschnitt aufweist, an den eine im wesentlichen radial zum Nockenkuppenbereich gerichtete Anschlagfläche
15 für einen motor- oder zylinderkopfseitig angeordneten ersten Drehanschlag anschließt.

Mit der vorbeschriebenen Gestaltung ist in vorteilhafter Weise ein massereduzierter "halber" Steuernocken erreicht mit integrierter Anschlagfläche. Weiter kann mit diesem Steuernocken mit einer zwischen dem Grundkreis und der Nockenflanke vorgesehenen Rampe die Ventilbeschleunigung in diesem Bereich zur Erzielung einer günstigen Akustik durch zusätzliche Ansteuerung des Elektromotors vorteilhaft beeinflusst werden.
20

25 In weiterer Ausgestaltung der Erfindung trägt der dem Steuernocken benachbart mit der Welle drehfest verbundene Hebel in seinem freien Endbereich eine wälzgelagerte Rolle mit umlaufender Führungsrille, mittels der ein freier, vorgespannter Federschenkel einer aus Runddraht gefertigten und über eine schraubengangartige Windung im/am Zylinderkopf positionierten Schenkelfeder als Öffnungsfeder über
30 den Schwenkbereich des Hebels geführt ist, und dass der bei geschlossenem Teilverventil am ersten Drehanschlag anliegende Steuernocken in dieser Ausgangslage mittels eines die Rolle beaufschlagenden, abgewinkelten Endabschnittes des Federschenkels gesichert ist.

Mit der erfindungsgemäßen Verwendung einer Schenkelfeder als Öffnungsfeder ist bei kleinem Bauraum und relativ freien Anordnungsmöglichkeiten in vorteilhafter Weise eine kleinbauende Feder von entsprechender Federkraft erzielt. Da diese in weiterer vorteilhafter Weise zugleich einer Anschlagsicherung dient, ergibt sich gemäß einem weiteren Vorschlag, dass der Endabschnitt gegenüber dem Federschenkel derart abgewinkelt ist, dass an der Rolle eine in Richtung Öffnen des Teller-
5 lerventils wirkende, geringe Kraftkomponente wirksam ist. Damit ist in vorteilhafter Weise die Start-Bestromung des Elektromotors reduziert.

10 Dies gilt für den zweiten Drehanschlag gemäß einem weiteren Vorschlag auch, gemäß dem der Endabschnitt gegenüber dem Federschenkel der Schenkelfeder weiter derart abgewinkelt ist, dass bei im zweiten Drehanschlag erzielttem maximalem Öffnungshub des Teller-
15 lerventils am Rotor des Elektromotors ein gegen Null gehendes Drehmoment bewirkt ist.

15 In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann der erste Drehanschlag bei stehender Brennkraftmaschine als Ruheanschlag dienen, wobei zur Steigerung der Dynamik bei laufender Brennkraftmaschine im Bereich der ersten Ausgangslage des Steuernockens mittels eines als Drehaktor vorgesehenen elektrischen Schrittmotors eine dynamische Ausgangspositionierung mit gegen den Federschenkel-
20 Endabschnitt angeschlagener Rolle bewirkt ist. Die Bestromung des Schrittmotors kann hierbei so getroffen sein, dass für den vom Drehanschlag entfernt gegen die Wirkung des Endabschnittes des Federschenkels gehaltenen Steuernocken eine stabile Lage erzielt ist, die bei einem Öffnungssignal zum Öffnen des Gaswechsel-
25 ventils rasch überwunden ist.

Weiter ist mit der Erfindung eine baulich vorteilhafte Gestaltung des zweiten Dreh-
anschlages dadurch erreicht, dass der Endabschnitt des Federschenkels der Schenkelfeder in seinem freien Ende einen den maximalen Öffnungshub des Teller-
30 ventils im Zusammenwirken mit der Rolle begrenzenden Anschlaghaken als zweiten Drehanschlag trägt, wobei der Steuernocken im zugehörigen Nockenkuppenbereich gegebenenfalls einen zur Welle coaxialen Kreisbogen aufweist. Mit diesem Kreisbogen sind in vorteilhafter Weise für die zweite Ausgangslage gleichbleibende Startbedingungen gewährleistet.

Die Erfindung ermöglicht neben einem Ventiltrieb mit maximalem Ventil-Öffnen und Schließen in vorteilhafter Weise auch einen Ventiltrieb mit variablen Hüben, wofür weiter vorgeschlagen wird, dass der mittels einer Ansteuerung alternierende Drehbewegungen ausführende Schrittmotor zur Erzielung eines variablen Hubes des Tellerventils zumindest in Ventil-Öffnungsrichtung in einem Mikroschrittbetrieb betreibbar ist. Hierzu kann der Rotor nach einem positiven Strom durch einen negativen Strom gebremst werden und beim jeweiligen Teilhub durch das entsprechende Rotormoment gehalten werden.

Um hierbei den Bedarf an elektrische Energie relativ niedrig zu halten, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass für betriebspunktabhängige Teilhübe des Tellerventils die am Hebel wirkende Vorspannkraft des Federschenkels mittels Lageänderung der Schenkelfeder relativ zum Zylinderkopf gesteuert veränderbar ist.

Für einen reibungsarmen Ventiltrieb wird weiter vorgeschlagen, dass der Steuernocken mit einem Rollenschlepphebel zusammenwirkt und dass der Rollenschlepphebel gegen den Zylinderkopf über ein hydraulisches Ventilspiel-Ausgleichselement abgestützt angeordnet ist. In weiterer Ausgestaltung kann ein Schrittmotor als Drehaktor für mehrere gleichartige Tellerventile eines Zylinders der Brennkraftmaschine dienen. Schließlich ist neben einem Rollenschlepphebel als weiteres Übertragungselement und gegebenenfalls in Kombination mit einem hydraulischen Ventilspielausgleichselement auch ein Kipphebel und/oder ein Tassenstößel möglich.

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben. Es zeigt

Figur 1 Eine Drehaktor-Vorrichtung in Stirnansicht,

Figur 2 diese Drehaktor-Vorrichtung in perspektivischer Sicht mit auf die Rolle des Hebels zur Beschleunigung einwirkenden Federschenkel der Schenkelfeder.

Bei einer Drehaktor-Vorrichtung 1 zur Hubsteuerung eines Gaswechselventils 2 in einem nicht näher dargestellten Zylinderkopf 3 einer nicht gezeigten Brennkraftmaschine ist ein von einer Schließfeder 4 beaufschlagtes Tellerventil 2 unter Zwischenschaltung eines Übertragungselementes 5 mittels eines Steuernockens 6 hubbetätigt, wobei der mit einer Welle 7 drehfest verbundene Steuernocken 6 in Antriebsverbindung steht mit einem kennfeldgesteuerten Elektromotor 8. Der Elektromotor 8 ist entsprechend einem Zusammenspiel der Schließfeder 4 mit einer der Schließfeder 4 über den Steuernocken 6 entgegengerichtet wirkenden, vorgespannten Öffnungsfeder 9 angesteuert.

10

Um zu erreichen, dass der Steuernocken in den Endlagen des Tellerventils 2 bei nicht betriebener Brennkraftmaschine ohne Bestromung des Elektromotors 8 einwandfrei gesichert ist und weiter zum Verlassen der gesicherten Positionen dem Elektromotor 8 relativ geringe Energie zuzuführen ist, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass der Steuernocken 6 in Schließstellung sowie in Offenstellung des Tellerventils 2 mittels eines gesonderten ersten und zweiten Drehanschlages 10 und 11 positioniert und über die vorgespannt auf einen an der Welle 7 gesondert angeordneten Hebel 12 einwirkende Öffnungsfeder 9 in der jeweiligen Ausgangslage 10', 11' drehgesichert gehalten ist, wobei jeweils mit einer Bestromung des Elektromotors 8 erzielten Überwindung der jeweiligen Ausgangslage 10', 11' die in der jeweiligen gespannten Feder 4, 9 gespeicherte Energie über ein jeweiliges Schwungmoment des Rotors des Elektromotors 8 unterstützt zum Öffnen und Schließen des Tellerventils 2 dient.

Der Steuernocken 6 ist elektromotorisch alternierend gesteuert und weist eine einzige, zwischen einer Nockenkuppe 13 und einem Grundkreis 14 zum Öffnen und Schließen dienende, mit einer Rampe ausgebildete Nockenflanke 15 auf, zu der der Steuernocken 6 in einem diametralen Bereich einen in Umfangsrichtung verlängerten Grundkreisabschnitt 14' aufweist, an den eine im wesentlichen radial zum Nockenkuppenbereich gerichtete Anschlagfläche 16 für einen motor- oder zylinderkopfseitig angeordneten ersten Drehanschlag 10 anschließt.

Der dem Steuernocken 6 benachbart mit der Welle 7 drehfest verbundene Hebel 12 trägt in seinem freien Endbereich eine wälzgelagerte Rolle 17 mit umlaufender Füh-

rungsrolle 18, mittels der ein freier, vorgespannter Federschenkel 19 einer aus Runddraht gefertigten und über eine schraubengangartige Windung 20 im/am Zylinderkopf 3 positionierten Schenkelfeder 21 als Öffnungsfeder 9 über den Schwenkbereich des Hebels 12 geführt ist. Weiter ist der bei geschlossenem Tellerventil 2 am ersten Drehanschlag 10 anliegende Steuernocken 6 in dieser Ausgangslage 10' mittels eines die Rolle 17 beaufschlagenden abgewinkelten Endabschnittes 22 des Federschenkels 19 gesichert.

Der Endabschnitt 22 kann gegenüber dem Federschenkel 19 derart abgewinkelt sein, dass an der Rolle 17 eine in Richtung Öffnen des Tellerventils 2 wirkende, geringe Kraftkomponente wirksam ist, die bei Öffnungsbeginn des Tellerventils 2 das Starten des Elektromotors 8 erleichtert.

Weiter ist die Abwinkelung des Endabschnittes 22 gegenüber dem Federschenkel 19 der Schenkelfeder 21 derart getroffen, dass bei im zweiten Drehanschlag 11 erzieltm maximalem Öffnungshub des Tellerventils 2 am Rotor des Elektromotors 8 ein gegen Null gehendes Drehmoment bewirkt ist.

Weiter kann der erste Drehanschlag 10 bei stehender Brennkraftmaschine als Ruheanschlag dienen. Bei laufender Brennkraftmaschine kann dann im Bereich der ersten Ausgangslage 10' des Steuernockens 6 mittels eines als Drehaktor vorgesehenen elektrischen Schrittmotors 8 eine dynamische Ausgangspositionierung mit gegen den Federschenkel-Endabschnitt 22 angeschlagener Rolle 17 bewirkt sein.

Eine baulich vorteilhaft einfache Ausgestaltung des zweiten Drehanschlages 11 ist im weiteren dadurch erreicht, dass der Endabschnitt 22 des Federschenkels 19 der Schenkelfeder 21 in seinem freien Ende einen den maximalen Öffnungshub des Tellerventils 2 im Zusammenwirken mit der Rolle 17 begrenzenden Anschlaghaken 25 als zweiten Drehanschlag 11 trägt, wobei der Steuernocken 6 im zugehörigen Nockenkuppenbereich gegebenenfalls einen zur Welle 7 coaxialen Kreisbogen 26 aufweist.

Zur Erweiterung des Betriebsbereiches der Drehaktor-Vorrichtung 1 ist der mittels einer Ansteuerung alternierende Drehbewegungen ausführende Schrittmotor 8 zur

Erzielung eines variablen Hubes des Tellerventils 2 zumindest in Ventil-Öffnungsrichtung in einem Mikroschrittbetrieb betreibbar. Damit kann zwischen der Schließstellung des Tellerventils 2 und dessen Offenstellung jeder gewünschte kleinere Ventilhub erreicht werden. Um hierbei den Energiebedarf des Schrittmotors 8 relativ
 5 klein zu halten, ist für betriebspunktabhängige Teilhübe des Tellerventils 2 die am Hebel 12 wirkende Vorspannkraft des Federschenkels 19 mittels Lageänderung der Schenkelfeder 21 relativ zum Zylinderkopf 3 gesteuert veränderbar (nicht gezeigt).

Die erfindungsgemäße Drehaktor-Vorrichtung 1 ermöglicht es insbesondere in baulicher Hinsicht in vorteilhafter Weise, den Steuernocken 6 mit einem Rollenschlepphebel 23 zu kombinieren, wobei der Rollenschlepphebel 23 gegen den Zylinderkopf 3 über ein hydraulisches Ventilspiel-Ausgleichselement bzw. HVA 24 abgestützt
 10 angeordnet ist. Mit dem HVA 24 ist in bekannter Weise ein spielfreies Zusammenwirken von Steuernocken 6 und Rollenschlepphebel 23 erzielt mit dem Vorteil, dass mit der erfindungsgemäßen Drehaktor-Vorrichtung 1 auch minimale Teilhübe des
 15 Tellerventils 2 möglich sind.

Die Zeichnung zeigt einen einem einzigen Tellerventil 2 zugeordneten Schrittmotor 8, der jedoch auch als Drehaktor für mehrere gleichartige Tellerventile 2, insbesondere Einlassventile, eines Zylinders der Brennkraftmaschine dienen kann, wobei ein
 20 einziger Schrittmotor 8 eine Welle 7 mit entsprechender Anzahl der Tellerventile 2 vorgesehenen Steuernocken 6 antreibt.

Neben einem Rollenschlepphebel 23 bzw. einem Schlepphebel kann als weiteres
 25 Übertragungselement 5 der Drehaktor-Vorrichtung 1 gegebenenfalls in Kombination mit einem jeweiligen hydraulischen Ventilspiel-Ausgleichselement auch ein Kipphebel und/oder ein Tassenstößel vorgesehen sein.

Bei der erfindungsgemäßen Drehaktor-Vorrichtung 1 ergibt sich die Öffnungskraft der Gaswechselventile insbesondere aus der durch das Zusammenspiel von Öffnungsfeder und Schließfeder erzielten kinetischen Drehenergie des Aktorrotors so-
 30 wie der zwangsweisen Koppelung des Rotors über den Steuernocken mit dem Rollenschlepphebel. Damit wird insbesondere das Auslassventil besser und genauer

geöffnet, wobei eine Einschränkung des Ventildurchmessers bei den Auslassventilen im wesentlichen entfällt.

5 Mit den erfindungsgemäßen kinematischen Bedingungen der Hebelkinematik der Schenkelfeder wird der Rotor des Schrittmotors in der Startstellung entgegen der Drehrichtung gegen ein Anschlag gedrückt, womit das Tellerventil bzw. Gaswechselventil im Grundkreis des Steuernockens geschlossen bleibt und auch unbestromt in der geschlossenen Stellung. Bei der Max-Hub-Stellung geht die Nockenkontaktkraft durch den Nockenmittelpunkt oder wahlweise ebenfalls entgegen der Drehrichtung gegen einen Anschlag, so dass das Ventil in Max-Hub-Stellung ebenfalls
10 stromlos stabil steht.

Wie aus dem Vorstehenden erkennbar, müssen beim Start der Brennkraftmaschine die Gaswechselventile nicht vor dem ersten Durchdrehen der Kurbelwelle bestromt
15 und in eine geschlossene Stellung gebracht werden, wie dies bei Hubaktuatoren erforderlich ist. Damit ist weniger Startenergie notwendig und das Bordnetz weniger belastet.

Schließlich ist anzumerken, dass die erfindungsgemäß gewählte Schenkelfeder
20 über eine reibungsarm auf einem Hebel gelagerte Rolle einwirkt und damit einen Drehmomentverlauf erzeugt, der durch den Winkel des Hebels zur Nocke in seinem zeitlichen Verlauf vorteilhaft frei wählbar ist. Mit dem bei der Auslegung des erfindungsgemäßen Ventiltriebes festzulegenden Winkels zwischen Hebel und Steuernocken kann weiter der Energiebedarf bei Teilhüben des Gaswechselventils mit
25 berücksichtigt werden in der Weise, dass für die Teilhübe erforderliche negative Bestromung keine Extremwerte erreicht.

5

10



Patentansprüche

15

1. Drehaktor-Vorrichtung zur Hubsteuerung eines Gaswechselventils im Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine

20

- bei der ein von einer Schließfeder (4) beaufschlagtes Tellerventil (2) unter Zwischenschaltung eines Übertragungselementes (5) mittels eines Steuernockens (6) hubbetätigt ist, und
- der mit einer Welle (7) drehfest verbundene Steuernocken (6) in Antriebsverbindung steht mit einem kennfeldgesteuerten Elektromotor (8), wobei
- der Elektromotor (8) entsprechend angesteuert ist einem Zusammenspiel der Schließfeder (4) mit einer der Schließfeder (4) über den Steuernocken (6) entgegengerichtet wirkenden, vorgespannten Öffnungsfeder (9),

25

dadurch gekennzeichnet,

30

- dass der Steuernocken (6) in Schließstellung sowie in Offenstellung des Tellerventils (2) mittels eines gesonderten ersten und zweiten Drehanschlags (10, 11) positioniert und
- über die vorgespannt auf einen an der Welle (7) gesondert angeordneten Hebel (12) einwirkende Öffnungsfeder (9) in der jeweiligen Ausgangslage (10', 11') drehgesichert gehalten ist, und dass
- jeweils mittels einer Bestromung des Elektromotors (8) erzielten Überwindung der jeweiligen Ausgangslage (10', 11') die in der jewei-

ligen gespannten Feder (4, 9) gespeicherte Energie über ein jeweiliges Schwungmoment des Rotors des Elektromotors (8) unterstützt zum Öffnen und Schließen des Tellerventils (2) dient.

5 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der Steuernocken (6) elektromotorisch alternierend gesteuert ist mit einer einzigen, zwischen einer Nockenkuppe (13) und einem Grundkreis (14) zum Öffnen und Schließen dienenden, mit einer Rampe ausgebildeten Nockenflanke (15), zu der
- 10 - der Steuernocken (6) in einem diametralen Bereich einen in Umfangsrichtung verlängerten Grundkreisabschnitt (14') aufweist, an den
- eine im wesentlichen radial zum Nockenkuppenbereich gerichtete Anschlagfläche (16) für einen motor- oder zylinderkopfseitig angeordneten ersten Drehanschlag (10) anschließt.
- 15




3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der dem Steuernocken (6) benachbart mit der Welle (7) drehfest verbundene Hebel (12) in seinem freien Endbereich eine wälzgela-
- 20 - gerte Rolle (17) mit umlaufender Führungsrille (18) trägt, mittels der
- ein freier, vorgespannter Federschenkel (19) einer aus Runddraht gefertigten und über eine schraubengangartige Windung (20) im/am
- 25 - Zylinderkopf (3) positionierten Schenkelfeder (21) als Öffnungsfeder (9) über den Schwenkbereich des Hebels (12) geführt ist, und
- dass der bei geschlossenem Tellerventil (2) am ersten Drehanschlag (10) anliegende Steuernocken (6) in dieser Ausgangslage (10') mittels eines die Rolle (17) beaufschlagenden, abgewinkelten Endabschnittes (22) des Federschenkels (19) gesichert ist.




30 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der Endabschnitt (22) gegenüber dem Federschenkel (19) derart abgewinkelt ist, dass
- an der Rolle (17) eine in Richtung Öffnen des Tellerventils (2) wirkende, relativ geringe Kraftkomponente wirksam ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 und/oder Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der Endabschnitt (22) gegenüber dem Federschenkel (19) der Schenkelfeder (21) weiter derart abgewinkelt ist, dass
- bei im zweiten Drehanschlag (11) erzielt maximalen Öffnungshub des Tellerventils (2) am Rotor des Elektromotors (8) ein gegen Null gehendes Drehmoment bewirkt ist.

10 6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der erste Drehanschlag (10) bei stehender Brennkraftmaschine als Ruheanschlag dient und dass
- bei laufender Brennkraftmaschine im Bereich der ersten Ausgangslage (10') des Steuernockens (6) mittels eines als Drehaktor vorgesehenen elektrischen Schrittmotors (8) eine dynamische Ausgangspositionierung mit gegen den Federschenkel-Endabschnitt (22) angeschlagener Rolle (17) bewirkt ist.

20 7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der Endabschnitt (22) des Federschenkels (19) der Schenkelfeder (21) in seinem freien Ende einen den maximalen Öffnungshub des Tellerventils (2) im Zusammenwirken mit der Rolle (17) begrenzenden Anschlaghaken (25) als zweiten Drehanschlag (11) trägt, und
- dass der Steuernocken (6) im zugehörigen Nockenkuppenbereich ggf. einen zur Welle (7) coaxialen Kreisbogen (26) aufweist.

30 8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der mittels einer Ansteuerung alternierende Drehbewegungen ausführende Schrittmotor (8) zur Erzielung eines variablen Hubes des Tellerventils (2) zumindest in Ventil-Öffnungsrichtung in einem Mikroschrittbetrieb betreibbar ist.

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der Steuernocken (6) mit einem Rollenschlepphebel (23) zusammenwirkt, und
- dass der Rollenschlepphebel (23) gegen den Zylinderkopf (3) über ein hydraulisches Ventilspiel-Ausgleichselement (HVA 24) abgestützt angeordnet ist.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Schrittmotor (8) als Drehaktor für mehrere gleichartige Tellerventile (2) eines Zylinders der Brennkraftmaschine dient.

11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass für betriebspunktabhängige Teilhübe des Teller-ventils (2) die am Hebel (12) wirkende Vorspannkraft des Federschenkels (19) mittels Lageänderung der Schenkelfeder (21) relativ zum Zylinderkopf (3) gesteuert veränderbar ist.

12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass als ein weiteres Übertragungselement (5) und ggf. in Kombination mit einem hydraulischen Ventilspiel-Ausgleichselement (HVA) ein Kipphebel und/oder Tassenstößel dient.

5

10

Zusammenfassung

Für eine Drehaktor-Vorrichtung zur Hubsteuerung eines Gaswechselventils im Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine mit einem Elektromotor zum Antrieb eines ein Gaswechselventil steuernden Steuernockens, wobei der Elektromotor entsprechend angesteuert ist einem Zusammenspiel einer Schließfeder des Gaswechselventils mit einer dieser entgegengerichtet wirkenden, vorgespannten Öffnungsfeder, wird zur Erzielung stabiler Endlagen des Steuernockens vorgeschlagen, dass der Steuernocken in Schließstellung sowie in Offenstellung des Gaswechselventils mittels eines gesonderten ersten und zweiten Drehanschlages positioniert und über die vorgespannt auf einen an einer den Steuernocken tragenden Welle gesondert angeordneten Hebel einwirkende Öffnungsfeder in der jeweiligen Ausgangslage drehgesichert gehalten ist, wobei jeweils mittels einer Bestromung des Elektromotors erzielten Überwindung der jeweiligen Ausgangslage die in der jeweiligen gespannten Feder gespeicherte Energie über ein jeweiliges Schwungmoment des Rotors des Elektromotors unterstützt zum Öffnen und Schließen des Gaswechselventils dient.

30

